

导热油加热大型胶带硫化机热板温度场有限元分析

武晶晶,董林福,刘岩松

(沈阳化工大学 机械工程学院,辽宁 沈阳 110142)

摘要:应用 ANSYS 有限元分析软件,以导热油为加热载体,对大型胶带硫化机热板瞬态温度场进行分析,得到热板温度场的分布状态及热板的温度随时间的变化情况。同时与蒸汽加热进行对比研究,从理论上证明了导热油加热大型胶带硫化机具有高效节能的优点,对推广导热油在胶带硫化机中的应用具有一定的参考价值。

关键词:导热油;胶带硫化机;热板温度场;有限元分析

中图分类号:TQ330.4⁺7;O241.82 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-890X(2013)04-0239-03

目前胶带制品(输送带、传动带)硫化广泛采用大型平板硫化机,热板的加热介质普遍采用饱和蒸汽,但蒸汽加热热板的温升较慢,表面温度不均匀,一般温差范围可控制在 $\pm 5\text{ }^\circ\text{C}$ 。个别企业对老设备进行了改造,采用导热油新型加热技术对胶带硫化机进行加热。导热油循环加热是一种封闭式强制循环过程,无热量损失,因此具有热效率高、节能效果好等优点。然而,迄今尚未见到有关分析研究导热油加热胶带硫化机热板温度场变化情况的报道。

本研究采用 ANSYS 软件对导热油加热胶带硫化机热板的温度场进行分析研究,重点分析热板的瞬态温升情况,同时与蒸汽加热情况进行分析对比,从理论上证明导热油加热的优点,为推广使用导热油加热胶带硫化机提供参考。

1 热板瞬态温度场分析

1.1 导热油的选用和参数的设定

导热油品种较多,但基本可归纳为两种类型,即矿物油型和合成型导热油。矿物油型导热油最高使用温度低于 $350\text{ }^\circ\text{C}$,可满足一般要求的加热系统,合成型导热油最高使用温度超过 $350\text{ }^\circ\text{C}$,可用于特殊系统的加热。在 $320\text{ }^\circ\text{C}$ 时,多数矿物油都会发生热分解。因此导热油的使用关键是避免局部过热。本研究选用 YD-300 型导热油,设定

导热油加热温度为 $300\text{ }^\circ\text{C}$,导热油比热容和密度随温度的变化如表 1 所示^[1]。加热炉管内导热油的流速一般为 $2\sim 4\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,流速过低会使导热油处于层流状态,缩短导热油使用寿命,甚至发生裂解烧毁炉管。当流速达到一定值时,导热油进入紊流状态,根据流体力学和传热学理论,当流体处于紊流状态时,传热效率会大大提高,但流速过高又会增大流体内壁压力和能耗^[2]。考虑综合经济因素,本研究选取导热油的流速为 $1.5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

1.2 热板的模型及参数

以典型的国产 DLB-1800 \times 10000 大型胶带间歇硫化机为例,热板几何参数设定为:厚度 90 mm,加热孔(处于热板厚度的中间)直径 25 mm,加热孔间距 100 mm。热板两端为冷却区,以防止胶带过硫。

所有结构材料的初始温度设定为 $20\text{ }^\circ\text{C}$,热板的导热系数为 $58.2\text{ W}\cdot(\text{mm}\cdot^\circ\text{C})^{-1}$,比热容为 $460\text{ J}\cdot(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})^{-1}$,密度为 $7.8\text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$,环境初始温度及冷水管进口温度设定为 $20\text{ }^\circ\text{C}$ 。热板的结构如图 1 所示。

1.3 热板的瞬态温度场分析

硫化温度与时间是相互依赖的,其关系可以用经验公式表示:

$$\frac{t_1}{t_2} = K^{(T_2 - T_1)/10}$$

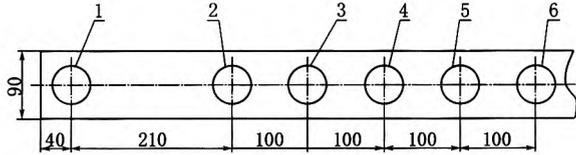
式中, t_1 和 t_2 分别为温度为 T_1 和 T_2 时的硫化时间, K 为硫化温度系数(通常取为 2)。

基金项目:辽宁省教育厅科学技术研究项目(2008577)

作者简介:武晶晶(1986—),女,辽宁沈阳人,沈阳化工大学在读硕士研究生,主要从事高分子材料机械与工艺的研究。

表1 YD-300型导热油比热容和密度随温度的变化

项 目	温度/℃							
	20	50	100	150	200	250	300	340
比热容/[kJ·(kg·℃) ⁻¹]	1.809 1	1.900 8	2.084 6	2.259 2	2.433 8	2.606 8	2.782 5	2.922 0
密度/(Mg·m ⁻³)	1.005	0.990	0.953	0.916	0.889	0.855	0.822	0.797



1—冷水管进口;2—冷水管出口;3~6—导热油管。

图1 热板边界结构

该式表明,硫化温度与时间互为指数关系。如果取 $T_2 - T_1 = 10$, $K = 2$, 则上式可以变为

$$\frac{t_1}{t_2} = 2^{10/10} = 2$$

这说明硫化温度提高 10℃, 硫化时间则缩短 1/2。反之, 温度降低 10℃, 硫化时间延长 1 倍。

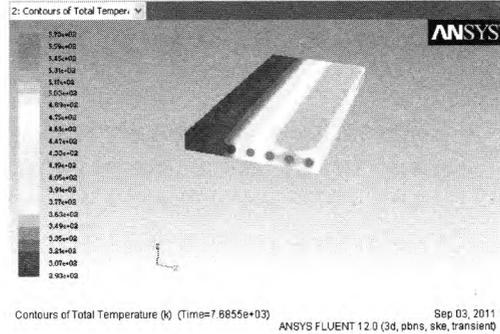
选取距热板冷端 700 mm 长度进行热分析, 因为这一段为冷热交汇区, 温度分布梯度较大, 变化复杂。根据上述材料参数、环境温度及热传导参数, 采用 ANSYS 软件^[3] 对热板模型作初始温度为 20℃ 的瞬态温度场分析, 可得 7 685 s 后的热板温度分布, 如图 2 所示。经分析计算, 加热大约 7 685 s 时达到平衡(取距冷端壁面 10 mm 的截面温度平均值为参考, 当其不变化时认为计算已经收敛, 即加热达到平衡)。

建立三维坐标系。在距离热板左端 300 mm 的表面上沿热板长度方向的中心线取点 A(300, 900, 0) 进行观测。其温度随时间变化曲线如图 3 所示(ANSYS FLUENT 计算默认为华氏温度, 这里已变换为摄氏温度)。

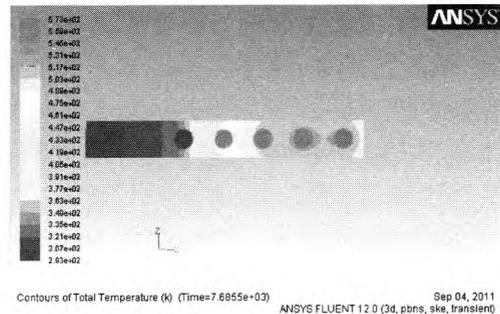
2 蒸汽与导热油的热分析对比

取相同节点对比研究蒸汽加热的情况。蒸汽加热的温度随时间变化曲线^[4] 如图 4 所示。

从图 3 和 4 的曲线走势看, 导热油加热曲线呈凸形, 即开始升温较快, 直至逐渐升温并趋于稳定状态, 到 2 000 s 时, 温度升高到 130℃; 而蒸汽加热曲线呈凹形, 即温度从缓慢到逐渐匀速提升, 直到 2 400 s 时, 温度才升高到 116℃, 充分证实了导热油加热升温快、高效节能的优点。



(a) 热板整体



(b) 热板端部

图2 热板加热 7 685 s 时的瞬态温度场分布

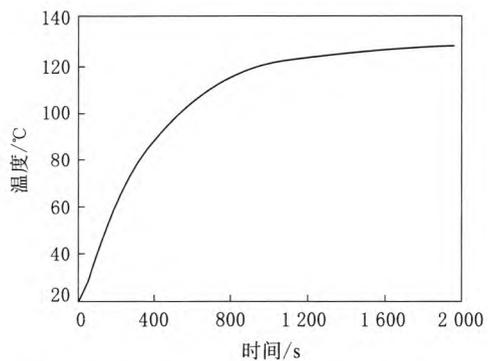


图3 导热油加热温度随时间变化曲线

3 结语

通过对导热油加热大型胶带硫化机热板的热分析研究, 从理论上证实导热油热效率高、升温快、节能效果好等优点。另外, 导热油加热温度调控方便易行, 无需压力运行, 相对蒸汽加热, 降低

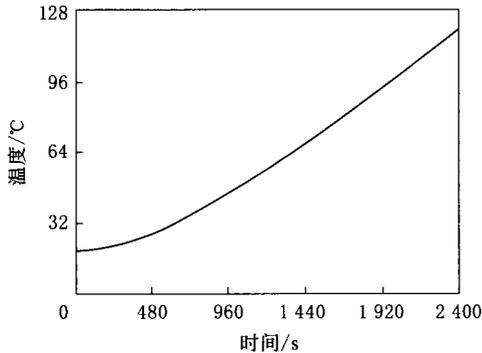


图4 蒸汽加热温度随时间变化曲线

了运行成本,提高了生产安全性。同时,导热油循环加热系统是通过导热油热传导降温放出热能达到加热目的,设备构成简单,最佳加热温度范围在100~380 °C内,加热范围广。

导热油加热胶带硫化机的影响因素较多,从理论上量化这些因素的影响还有待于进一步探讨。

参考文献:

- [1] 姚永生,袁银松,郑永侃. 导热油热物理性能对导热油加热系统的影响[J]. 污整技术,1999,21(6):29-30.
- [2] 霍春艳,葛荣华. 导热油的选用及延长其使用寿命的方法[J]. Journal of Shenyang Electric Power Institute, 2001, 3(2):11-13.
- [3] 王泽鹏,张秀辉,胡仁喜,等. ANSYS12.0 热力学有限元分析从入门到精通[M]. 北京:机械工业出版社,2010:25-41.
- [4] 董林福,黄颜锋,王琳琳. 胶带硫化机热板温升分析[J]. 橡胶工业,2009,56(4):234-236.

收稿日期:2012-10-24

Finite Element Analysis on Heating Plate Temperature Field of Large Belt Curing Press Heated by Heat Transfer Oil

WU Jing-jing, DONG Lin-fu, LIU Yan-song

(Shenyang University of Chemical Technology, Shenyang 110142, China)

Abstract: The heating plate transient temperature field of large belt curing press with heat transfer oil as heat carrier was analyzed by using ANSYS finite element analysis software, and the temperature distribution of the heating plate and the change of temperature with time were obtained. The heat transfer oil heating was compared with steam heating, and the simulation results showed that by using heat transfer oil in the large belt curing press, the process had higher efficiency and lower energy consumption. This study provided references for the application of heat transfer oil in the belt curing press.

Key words: heat transfer oil; belt curing press; heating plate temperature field; finite element analysis

巴陵石化 SEBS 首次出口欧盟

中图分类号:TQ333.99 文献标志码:D

中国石油化工股份有限公司(中石化)化工销售华中分公司透露,55 t 中石化巴陵分公司(巴陵石化)苯乙烯嵌段共聚物(SEBS)热塑性橡胶产品日前从岳阳港外贸码头启运,发往意大利。巴陵牌 SEBS 产品首入欧盟市场。

SEBS 是合成橡胶小品种,传统市场在欧美发达国家。据了解,近年来,欧盟国家对化工产品要求不断提高。为尽快打通巴陵石化 SEBS 出口欧洲市场的渠道,中石化化工销售华

中分公司与中石化欧洲公司一起加强与客户沟通,了解客户诉求,安排做好样品寄送及测试等前期准备工作,并在产品性能满足客户使用要求和 REACH 手续齐全的前提下,建议客户试订单采购。经过不懈努力,2013 年 1 月,中石化化工销售华中分公司与意大利某客户成功签订出口订单。

据悉,中石化化工销售华中分公司 2011 年出口巴陵石化 SEBS 产品 240 t,2012 年出口 840 t,2013 年前 2 个月已签出口订单 1 000 多吨。

(摘自《中国化工报》,2013-03-04)